

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ

Filip Taradi

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ

Filip Taradi

**NEENERGETSKA POTROŠNJA PRIRODNOG PLINA  
U REPUBLICI HRVATSKOJ**

**ZAVRŠNI RAD**

Voditelj rada: izv. prof. dr. sc. Igor Sutlović

Članovi ispitnog povjerenstva:

Izv. prof. dr. sc. Igor Sutlović

Prof. dr. sc. Veljko Filipan

Prof. dr. sc. Emi Govorčin Bajsić

Zagreb, 2016.

*Iskreno se zahvaljujem mentoru, izv. prof. dr. sc. Igoru Sutlović, na pomoći, strpljenju, sugestijama i podršci tijekom izrade ovog završnog rada.*

*Zahvaljujem se roditeljima i prijateljima koji su mi bili podrška kroz ove tri godine studija.*

## NEENERGETSKA POTROŠNJA PRIRODNOG PLINA U REPUBLICI HRVATSKOJ

### **Sažetak rada:**

U radu je obrađena neenergetska potrošnja prirodnog plina u Republici Hrvatskoj. Opisana je namjena i podjela potrošnje prirodnog plina. Posebno je obrađena neenergetska potrošnja prirodnog plina u Republici Hrvatskoj s načinima prerade prirodnog plina, te proizvodima prerade prirodnog plina. Glavninu potrošnje prirodnog plina u neenergetske svrhe u Hrvatskoj predstavlja petrokemijska industrija tj. tvrtka Petrokemija d.d. iz Kutine u proizvodnji čađe, amonijaka i uree koji su temeljne sirovine za proizvodnju mineralnih gnojiva.

***Ključne riječi:*** prirodni plin, neenergetska potrošnja, petrokemijska industrija

## NON ENERGY USE OF NATURAL GAS IN CROATIA

### **Summary:**

This paper discusses non energy consumption of natural gas in the Republic of Croatia. The paper describes the purpose and categories of natural gas consumption. Special attention was given to non energy use of natural gas and natural gas processing methods and its products. The majority of non energy consumption in the Republic of Croatia represents petrochemical industry with company Petrokemija d.d. from Kutina. Petrokemija d.d. produces soot, ammonia and urea which are the basic raw material for the mineral fertilizers production.

**Keywords:** natural gas, non-energy consumption, petrochemical industry

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	7
2. OPĆI DIO .....	9
2.1. Namjena prirodnog plina .....	9
2.2. Podjela potrošnje prirodnog plina.....	10
3. OPIS NEENERGETSKE POTROŠNJE PRIRODNOG PLINA .....	12
3.1. Neenergetska potrošnja prirodnog plina u Republici Hrvatskoj .....	12
3.2. Neenergetska primjena prirodnog plina u petrokemijskoj industriji .....	13
3.2.1. Degazolinaža.....	13
3.2.2. Plinski kondenzat .....	18
3.2.3. Sintezni plin .....	19
3.2.4. Vodik i ugljikov monoksid iz prirodnog plina.....	20
3.2.5. Fischer-Tropschova sinteza .....	21
3.2.6. Metanol iz prirodnog plina.....	21
3.2.7. Amonijak.....	22
3.2.8. Petrokemija d.d. ....	25
4. REZULTATI.....	26
4.1. Predviđanja o potrošnji prirodnog plina u budućnosti iz 1998. godine.....	26
4.2. Stvarna potrošnja prirodnog plina u Republici Hrvatskoj .....	27
4.3. Potrošnja plina u Europskoj uniji .....	28
5. RASPRAVA .....	29
6. ZAKLJUČAK .....	30
7. LITERATURA .....	31

## 1. UVOD

Fosilna goriva su neobnovljivi izvori kemijske energije u koje uvrštavamo naftu, ugljen i prirodni plin. Fosilnim ih nazivamo zbog njihovog porijekla, načina i vremena nastanka. Najstarije fosilno gorivo, ugljen, potječe još od prije nekoliko desetaka milijuna godina, dok najmlađe, prirodni plin, broji nekoliko milijuna godina starosti. Prirodni je plin bio poznat prije više tisuća godina. Kinezi su ga koristili za osvjetljavanje hramova i za ispiranje vode pri dobivanju soli, a iz Cezarova doba postoje podaci o izbijanju prirodnog plina u Galiji. Prva komercijalna upotreba datira s početka 19. stoljeća kada se koristio za osvjetljavanje ulica u Genovi.<sup>1</sup>

Prvo nalazište prirodnog plina u Hrvatskoj otkriveno je 1917. godine u Bujavici.<sup>2</sup> Proizvodnja započinje 1926. godine, a plin se koristi za proizvodnju čađe u mjesnoj tvornici, te za rasvjetu željezničkih vagona. Godine 1931. započelo je iskorištavanje plina i na polju Gojlo, zbog čega je 1938. godine u Kutini izgrađena tvornica čađe. Proizvodnja se povećala nakon otkrića ležišta na poljima Okoli, Legrad, Bokšić i Veliki Otok, a nagli porast proizvodnje zabilježen je uz početak iskorištavanja na poljima Molve, Kalinovac i Stari Gradac. Najveće polje u Sjevernom djelu Jadrana je Ivana, na kojem je proizvodnja započela potkraj 1999. godine. U Hrvatskoj je 2004. godine proizvedeno  $2200 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  plina.<sup>1</sup> Kako bi se zadovoljile potrebe, prirodni plin se od 1978. godine uvozi iz Rusije, čime se trenutno podmiruje oko trećina potrošnje. Kako bi se uravnotežila sezonska proizvodnja i potrošnja plina, jedno od iscrpljenih plinskih ležišta na polju Okoli pretvoreno je 1987. godine u podzemno skladište, u koje se skladišti višak plina proizveden u toplom godišnjem razdoblju, a crpi se tijekom zimskih mjeseci.<sup>1</sup>

Prirodni plin je smjesa nižih ugljikovodika, anorganskih spojeva i plinova. Temeljni sastojak predstavlja metan, kojeg pronalazimo s udjelom višim od 70%. Osim metana, u sastavu prirodnog plina mogu se pronaći niži udjeli etana, propana i ostali viši članovi niza alkana. Anorganske sastojke predstavljaju ugljikov dioksid, dušik i sumporovodik. Sastav prirodnog plina značajno ovisi o uvjetima nastanka i kretanja u zemljinoj kori i može se razlikovati po pojedinim ležištima. Vrlo često se kao pratilac prirodnog plina javlja plinski kondenzat, odnosno smjesa viših ugljikovodika ( $\text{C}_5\text{-C}_{30}$ ) s udjelima do oko 20%. Prirodni plin pronalazimo u stijenama zemljine kore, zasebnim ležištima ili u manjim količinama, pod tlakom, otopljen u nafti. Prema podrijetlu prirodni plin možemo razvrstati na slobodni plin i naftni plin. Slobodni plin se nalazi u vlastitim plinskim izvorištima i čini oko 95% ukupnih zaliha, dok naftni plin

čini oko 5% ukupne količine prirodnog plina, te ga pronalazimo zajedno s naftom iz naftnih ležišta.

Prije same upotrebe i distribucije potrebno je prirodni plin prethodno obraditi. Najprije se uklanjaju kiseli plinovi ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{COS}$ ) koji su nepoželjni jer su otrovni i korozivni. Uklanjanje i živa koja je, iako je nalazimo u malim udjelima, vrlo otrovna i korozivna pa ju je potrebno potpuno ukloniti. Sumporovodik se provodi u elementaran sumpor Kelatnim ili Clausovim postupkom. Voda u prirodnom plinu može biti korozivna, te s ugljikovodicima pod tlakom i nižim temperaturama stvara krute hidrate koji su nepoželjni jer otežavaju transport i skladištenje, pa se zbog toga uklanja vlaga iz prirodnog plina. Viši ugljikovodici se također odvajaju i mogu poslužiti kao zasebne sirovine. Proces odvajanja se naziva degazolinaža. Prirodni plin sam po sebi nema boje, mirisa, ni okusa te mu se prilikom distribucije dodaje odorant kako bi se omogućila laka detekcija prilikom puštanja u građevini.

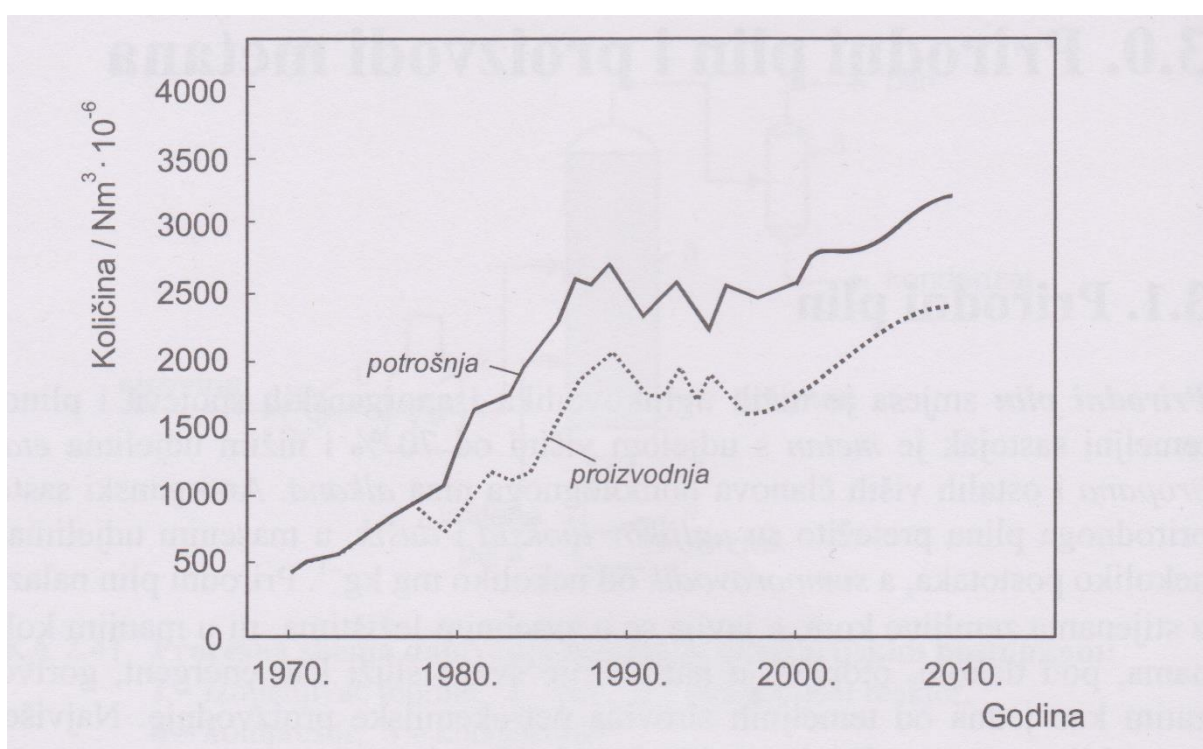
Vrlo često se plin transportira na velike udaljenosti pomoću plinovoda ili pomorskim putem. Plinovodi se uglavnom grade na kopnu ili se polažu i na dno mora. Mogu biti tranzitni i magistralni. Tranzitnim plinovodima otprema se plin na velike udaljenosti između država i mogu biti dugi nekoliko tisuća kilometara. Magistralni plinovodi se grade unutar države, duljine su po nekoliko stotina kilometara i transportiraju plin od proizvodnih polja i podzemnih skladišta do potrošačkih centara. Transport pomorskim putem obuhvaća hlađenje prirodnog plina na  $-162^\circ\text{C}$  da bi postao tekućina. Takav plin se naziva ukapljeni prirodni plin. Specijalnim brodovima se odvozi do odredišta gdje se iskrcava u spremišta, te opet prevodi u plinovito stanje i odvodi plinovodima do potrošača. Oba načina transporta predstavljaju velik financijski pothvat i ovise o ekonomskim i političkim čimbenicima.



## 2. OPĆI DIO

### 2.1. Namjena prirodnog plina

Prirodni plin može se izravno koristiti kao gorivo u industriji i kućanstvima, u termoelektranama, za pogon plinskih turbina i motora s unutarnjim izgaranjem, ali i kao sirovina u petrokemijskoj industriji. Oplemenjivanjem prirodnog plina mogu se dobiti visokovrijedni energetske proizvodi i sirovine za daljnju preradu.



**Slika 1.** Proizvodnja i potrošnja prirodnog plina u Hrvatskoj <sup>1</sup>

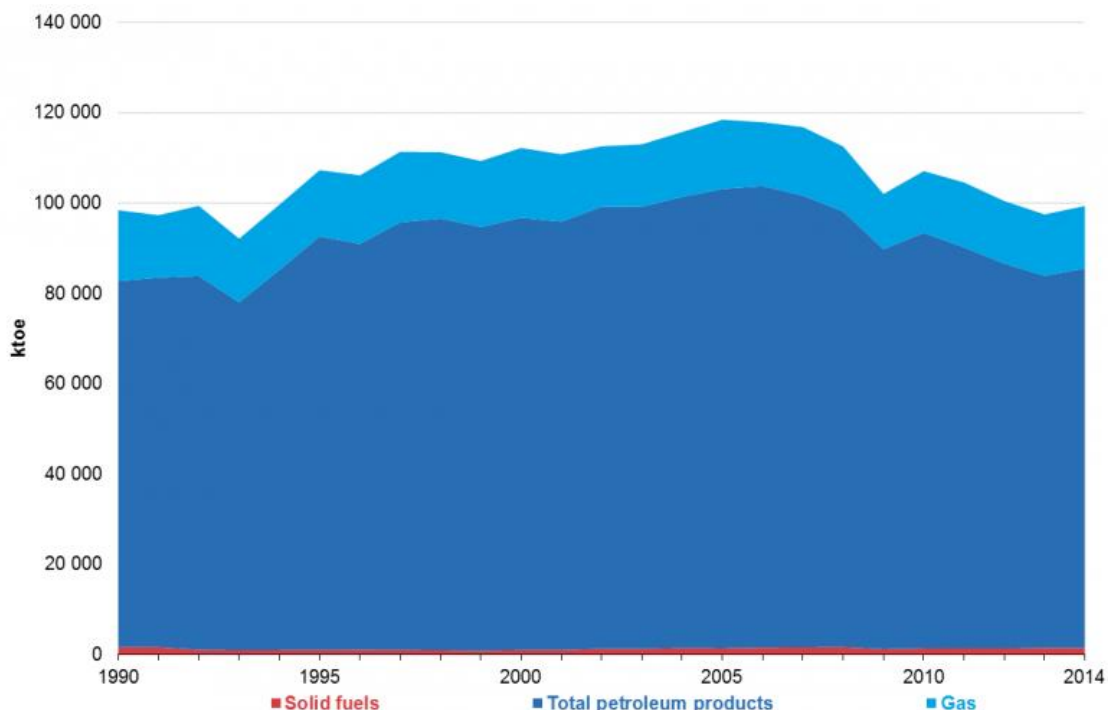
Slika 1. prikazuje ukupnu potrošnju prirodnog plina u Republici Hrvatskoj od 1970. do 2010. godine. Možemo primijetiti da su proizvodnja i potrošnja prirodnog plina značajno porasle nakon otkrića vlastitih izvora. Godine 1981. počinje proizvodnja i prerada u Molvama u Podravini, koje je bilo najznačajnije nalazište. Posljednjih godina ta se proizvodnja smanjuje, a povećava se eksploatacija plina iz nalazišta u Sjevernom Jadranu, koji se odlikuje velikim masenim udjelom metana od oko 99,0%. Danas se u Republici Hrvatskoj prirodni plin proizvodi iz 16 plinskih polja Panona i 9 plinskih polja Jadrana čime se podmiruje 66,1%

domaćih potreba. Više od polovice plina se crpi iz Jadrana. Najveći dio plina iz Panona dolazi iz ležišta Molve i Kalinovac. Geološke pričuve prirodnog plina u Hrvatskoj procijenjene su na  $44 \cdot 10^9 \text{ Nm}^3$ .<sup>3</sup>

U Republici Hrvatskoj prirodni plin je na drugom mjestu najznačajnijih primarnih izvora energije s udjelom od 25,8%. Najveća potrošnja prirodnog plina je u toplanama i termoelektranama (41,0%), distribucija kućanstvima i drugim objektima (23,1%), industriji (14,5%), za proizvodnju mineralnih gnojiva (13,0%), te ostalih petrokemijskih proizvoda (8,4%).<sup>3</sup>

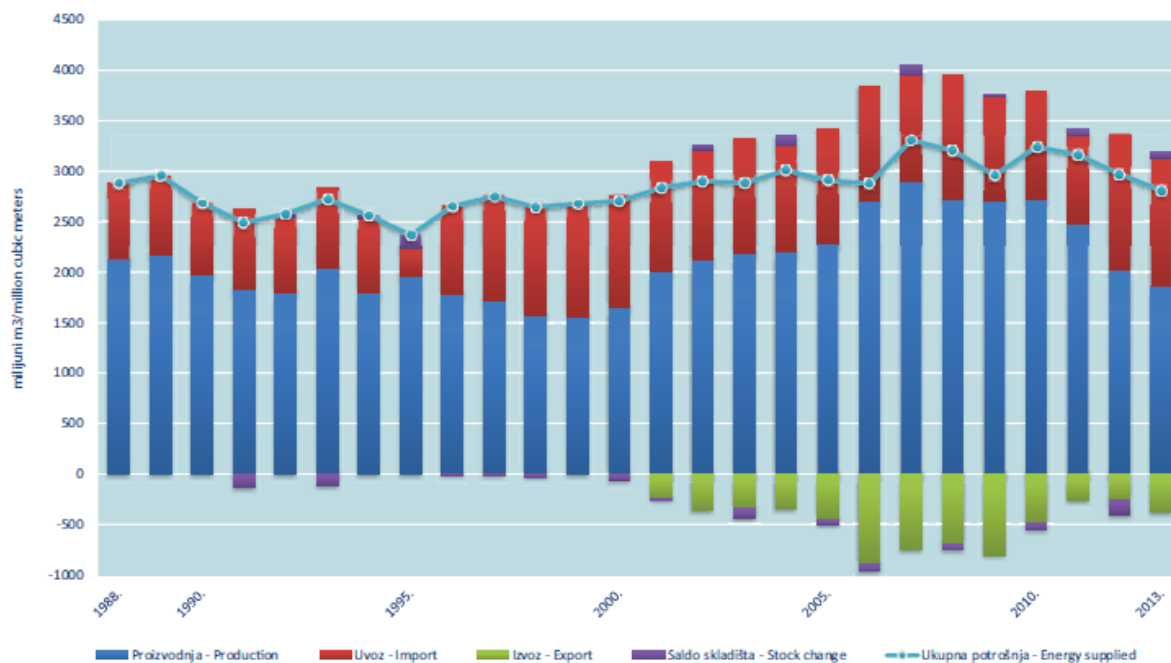
## 2.2. Podjela potrošnje prirodnog plina

Osim prema sektorima potrošnja prirodnog plina može se iskazati i podjelom na energetske i neenergetske. Energetske potrošnje možemo definirati kao potrošnja prirodnog plina u energetske svrhe, odnosno kao gorivo u toplanama i termoelektranama, kućanstvima i industriji, za pogon motora s unutarnjim izgaranjem i pogon plinskih turbina. Prema definiciji Eurostata neenergetske potrošnje definiramo kao „potrošnja prirodnog plina u kojoj se prirodni plin koristi kao sirovina, a ne kao gorivo ili kao sirovina za neko drugo gorivo“.<sup>4</sup>



**Slika 2.** Neenergetska potrošnja goriva u EU od 1990. do 2014. godine<sup>5</sup>

Slika 2. prikazuje neenergetsku potrošnju nafte, prirodnog plina i ugljena u EU u periodu od 1990. do 2014. godine. Nakon 2009. godine uočavamo lagano smanjenje udjela nafte, dok ugljen i prirodni plin zadržavaju svoje količine. Godine 2014. nafta čini 84,5%, prirodni plin 13,7%, a ugljen 1,5% ukupne potrošnje goriva u neenergetske svrhe.



**Slika 3.** Raspoložive količine prirodnog plina u Republici Hrvatskoj<sup>6</sup>

Na slici 3. možemo uočiti da nakon 2007. godine dolazi do laganog pada proizvodnje i potrošnje prirodnog plina, što se pripisuje krizi koja je pogodila Hrvatsku. Također uočavamo i da od 2001. godine Hrvatska započinje i izvoz prirodnog plina.

### 3. OPIS NEENERGETSKE POTROŠNJE PRIRODNOG PLINA

#### 3.1. Neenergetska potrošnja prirodnog plina u Republici Hrvatskoj

Kao što je već ranije spomenuto, neenergetska potrošnja podrazumijeva korištenje prirodnog plina u svrhu kojom se plin tretira kao sirovina za dobivanje nekog drugog produkta. U neenergetske svrhe prirodni plin se izravno koristi kao sirovina u proizvodnji umjetnih gnojiva, čade i dr.

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku za 2013. godinu u Republici Hrvatskoj je utrošeno ukupno  $2809,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  prirodnog plina, od čega  $487,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  u neenergetske svrhe što predstavlja 17,35% ukupne potrošnje prirodnog plina.<sup>6</sup>

**Tablica 1.** Prirodni plin<sup>6</sup>

		2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2013/12.	2008-13.
		milijuna m <sup>3</sup>			Million cubic meters			%	
<b>Proizvodnja</b>	<b>Production</b>	2729,4	2704,8	2727,2	2471,4	2013,1	1856,1	-7,8	-7,4
<b>Uvoz</b>	<b>Import</b>	1226,8	1044,2	1069,6	876,1	1357,7	1270,4	-6,4	0,7
<b>Izvoz</b>	<b>Export</b>	695,9	804,9	484,1	258,6	256,8	376,1	46,5	-11,6
<b>Saldo skladišta</b>	<b>Stock change</b>	-55,2	15,3	-71,2	76,1	-142,3	59,5		
<b>Ukupna potrošnja</b>	<b>Energy supplied</b>	3205,1	2959,4	3241,5	3165,0	2971,7	2809,9	-5,4	-2,6
<b>Neenergetska potrošnja</b>	<b>Non energy use</b>	505,8	419,6	503,9	510,3	489,6	487,5	-0,4	-0,7
<b>Gubici</b>	<b>Losses</b>	49,5	51,6	60,8	60,0	52,9	40,7	-23,1	-3,8
<b>Neposredna potrošnja</b>	<b>Final energy consumption</b>	1307,4	1258,6	1312,6	1199,1	1053,4	1005,1	-4,6	-5,1
<b>Industrija</b>	<b>Industry</b>	447,7	375,6	365,4	333,1	239,5	214,9	-10,3	-13,7
-željeza i čelika	-iron and steel	33,5	29,1	32,8	29,8	14,0	14,3	2,1	-15,7
-obojenih metala	-non-ferrous metals	1,2	1,2	0,4	1,2	1,1	0,9	-18,2	-5,6
-stakla i nem. minerala	-non-metallic minerals	49,3	50,5	53,0	51,1	44,4	46,5	4,7	-1,2
-kemijska	-chemical	67,6	77,9	74,7	55,1	10,4	9,6	-7,7	-32,3
-građevnog materijala	-construction materials	138,3	98,1	76,4	67,6	54,1	39,3	-27,4	-22,2
-papira	-pulp and paper	5,7	6,5	8,3	7,8	7,0	6,6	-5,7	3,0
-prehrambena	-food production	104,4	70,2	74,2	68,1	62,4	60,3	-3,4	-10,4
-ostala	-not elsewhere specified	47,7	42,1	45,6	52,4	46,1	37,4	-18,9	-4,7

Iz tablice 1. vidimo, da iako se iznos neenergetske potrošnje prirodnog plina stalno mijenja. Zadnjih 6 godina kreće se na oko 500 milijuna m<sup>3</sup>, s tim da je 2013. godine bila manja za 18 milijuna m<sup>3</sup> nego 2008. godine. Proizvodnja i ukupna potrošnja su također manje 2013. godine u odnosu na 2008. godinu. Neposredna potrošnja predstavlja količinu prirodnog plina isporučenog kupcima u industriji, prometu, kućanstvima, uslugama, poljoprivredi i

graditeljstvu i korištena u energetske svrhe, te uočavamo variranje neposredne potrošnje u raznim sektorima industrijske proizvodnje.

### **3.2. Neenergetska primjena prirodnog plina u petrokemijskoj industriji**

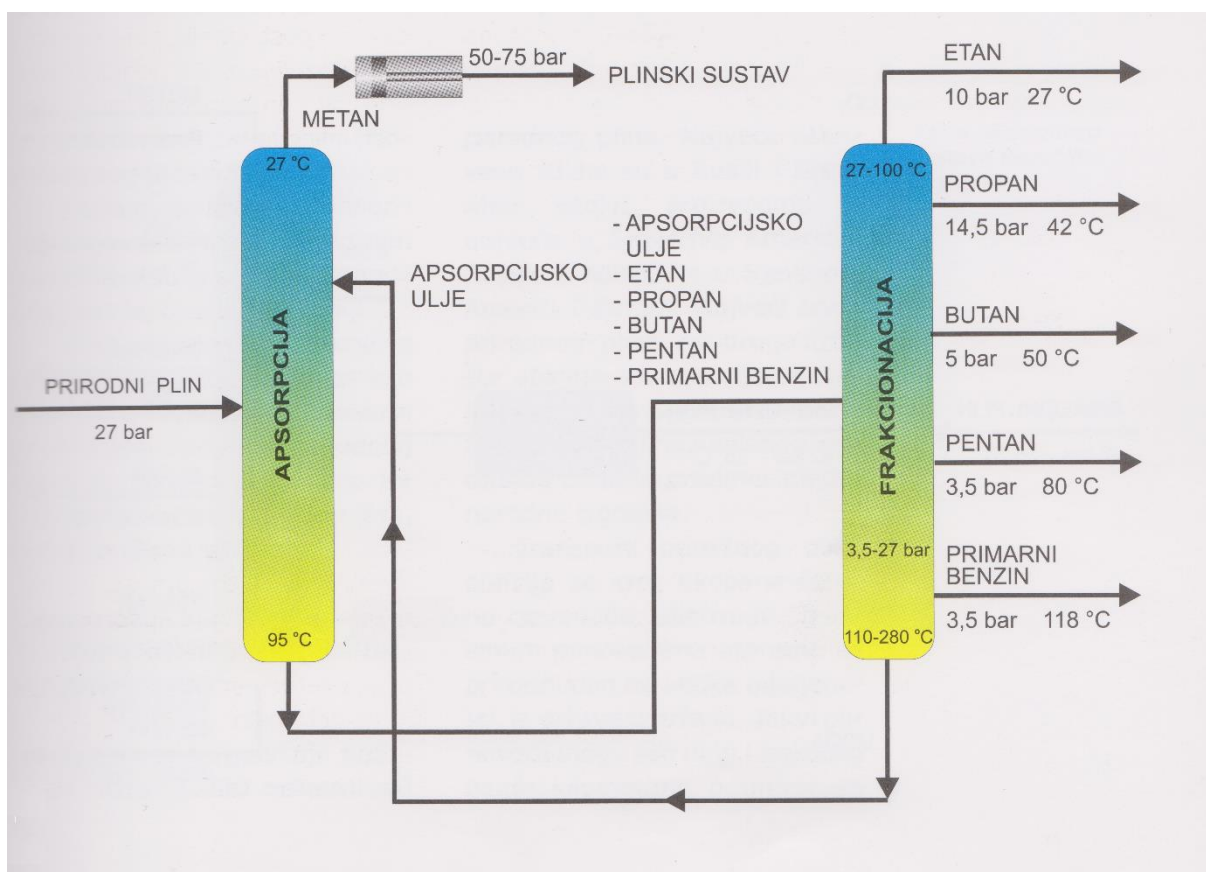
U Republici Hrvatskoj najveći udio prirodnog plina koji se koristi u neenergetske svrhe zauzima petrokemijska industrija koja koristi prirodni plin kao sirovinu za svoje proizvode.

#### **3.2.1. Degazolinaža**

Prerada prirodnog plina, odnosno oplemenjivanje, provodi se u procesnom postrojenju koje se naziva degazolinaža. Do postrojenja plin se dovodi sustavom plinovoda. Proces prerade sastoji se u izdvajanju pojedinih ugljikovodika iz prirodnog plina. Postoji više raznih postupaka, a u Hrvatskoj se provode postupci apsorpcije, te razdvajanje ugljikovodika iz prirodnog plina frakcioniranjem ukapljene smjese na niskim temperaturama.

##### **3.2.1.1. Prerada prirodnog plina postupkom apsorpcije**

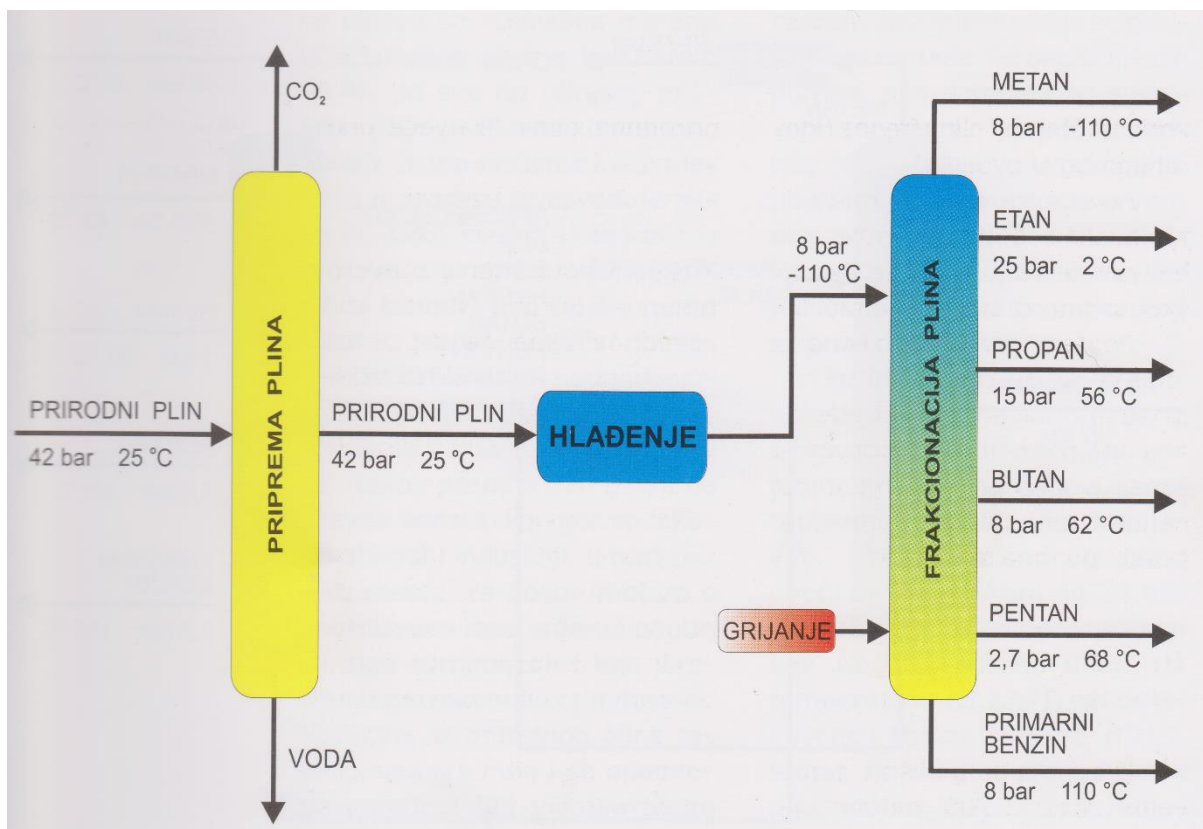
Apsorpcija je tehnološki postupak kojim se iz plinovitih smjesa odvajaju pojedini sastojci na osnovi svoje topljivosti u određenoj kapljevinu. Smjesa prirodnog plina uvodi se pod tlakom od 27 bara u kolonu u kojoj se nalazi apsorpcijsko ulje. Pri temperaturi od 27°C svi ugljikovodici, osim metana ( $\text{CH}_4$ ), otopit će se u prikladnom apsorpcijskom ulju, dok će metan izaći na vrhu kolone i odvodi se u plinovodni sustav. Smjesa preostalih otopljenih ugljikovodika uvodi se u sljedeću kolonu, uz sniženje tlaka na 10 bara, na čijem vrhu se uklanja etan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ). Ulje u kojem se nalaze preostali ugljikovodici se predgrijava na temperaturi od 200°C i uvodi u sljedeću kolonu. U toj trećoj destilacijskoj koloni tlak je 3,5 bara, a temperatura na vrhu kolone 100°C. S vrha kolone isparavaju svi preostali ugljikovodici i odvođe se na frakcionaciju, a apsorpcijsko ulje se vraća na početak procesa. Daljnjim postupcima u slijedećim kolonama postupno se izdvajaju propan ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), butan ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), pentan ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ).<sup>7</sup> Na kraju ostaje primarni benzin. Ovaj postupak primjenjivao se u procesnom postrojenju Degazolinaže Ivanić Grad koje je bilo u funkciji od 1965. do 1981. godine.



**Slika 4.** Shema prerade plina apsorpcijom<sup>7</sup>

### 3.2.1.2. Prerada prirodnog plina frakcioniranjem ukapljene smjese na niskim temperaturama

Drugi postupak odvajanja ugljikovodika iz prirodnog plina koji se kod nas primjenjuje je frakcioniranje ukapljene smjese na niskim temperaturama. Prirodni plin se posebnim postupcima hladi na temperaturu od -110°C i postaje tekuća smjesa. Destilacijskim postupkom pri sniženom tlaku, uz povećanje temperature razdvajaju se u kolonama redom: metan, etan, propan, butan, te na kraju dobivamo primarni benzin. To je moderniji postupak koji se danas primjenjuje na Etanskom postrojenju u Ivanić Gradu koje je izgrađeno 1981. godine i godišnje preradi oko milijardu m<sup>3</sup> prirodnog plina. Iz prirodnog plina izdvoji se oko 75 milijuna m<sup>3</sup> etana, 60 000 t propana, 40 000 t butana i primarnog benzina.<sup>7</sup>



**Slika 5.** Shema prerade plina hlađenjem<sup>7</sup>

### 3.2.1.3. Proizvodi degazolinaže

Proizvodi prirodnog plina koji se dobivaju degazolinažom imaju izuzetnu vrijednost zbog izrazite čistoće, te što u svom sastavu ne sadrže štetni sumpor. Uporaba im je energetska i neenergetska.

#### 3.2.1.3.1. Etan

Etan se u plinovitom stanju cjevovodima odvodi do Zagreba u etilensko postrojenje, gdje se iz njega proizvodi etilen koji je jedna od glavnih sirovina za organsku petrokemiju. Etilen služi za proizvodnju polietilena, polistirena i drugih sličnih proizvoda koje zajedničkim imenom nazivamo plastičnim masama.

### 3.2.1.3.2. Propan, butan i ostali

Propan i butan i njihove smjese najčešće se koriste kao ukapljeni naftni plin (UNP) u energetske svrhe. Osim energetske primjene sve više se koriste i kao potisni plinovi u raznim sprejevima zbog svoje čistoće i ekološke prihvatljivosti. Zamjenjuju potisni plin freon, koji se danas izbjegava zbog štetnog utjecaja na atmosferu, tj. ozonski omotač. Također se mogu koristiti i u rashladnim uređajima umjesto kloroflourugljikovodika (CFC).

Pentan se koristi u petrokemiji kao sirovina, te u rafinerijama kao dodatak motornim benzinima za povećanje oktanskog broja. Primarni benzin rabi se kao sirovina u organskoj petrokemiji.

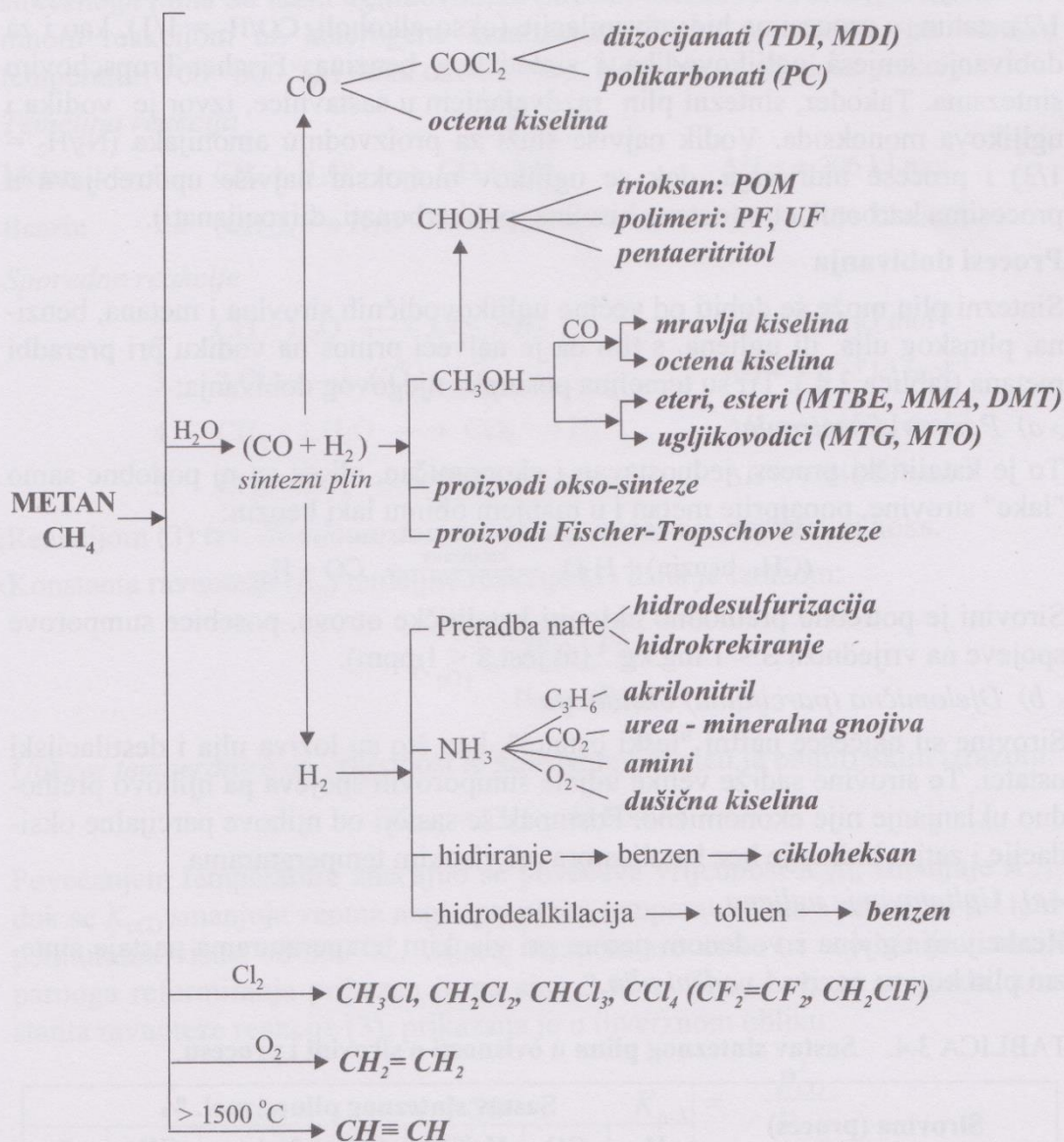
### 3.2.1.3.3 Metan

Metan se otprema u plinski sustav te odvodi do potrošača kao prirodni plin. Međutim, također se koristi i za mnoge produkte koji se proizvode na temelju metana. Jedna od neenergetske primjene metana iz prirodnog plina je u svrhu halogeniranja. Najvažniji proizvodi halogeniranja metana su derivati klora, te u manjim količinama broma i joda. Klorirani metani koriste se ponajprije kao vrlo dobra otapala za brojne organske tvari, posebice mazive masti, a prednost im je što su nezapaljivi. Najviše upotrebljavani klorirani metan je metil-klorid ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ), koji pretežito služi za dobivanje celuloze, metiliranje alkohola, te je polazna sirovina za proizvodnju silikona i tetrametil-olova. Metilen-klorid ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) služi većinom kao otapalo za odmašćivanje i odstranjivanje organskih bojila, proizvodnji poliuretanskih pjena i za pripravu drugih kemijskih proizvoda. Kloroform ( $\text{CHCl}_3$ ) najveću primjenu pronalazi u proizvodnji fluoriranih ugljikovodika od kojih je najzastupljeniji  $\text{CHF}_2\text{Cl}$ . Dugo vremena se kloroform upotrebljavao u medicinske svrhe zbog svog izrazitog anestetičkog djelovanja. Tetraklorugljik ( $\text{CCl}_4$ ) se upotrebljava za dobivanje kloriranih i fluoriranih derivata metana, od kojih su najvažniji  $\text{CCl}_3\text{F}$  i  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ , koji su poznatiji pod nazivom freoni.<sup>3</sup> Freoni su plinovi koji su se oko 1930. godine počeli upotrebljavati u rashladnim uređajima kao zamjena za amonijak, metil-klorid i sumporov dioksid. Pokazivali su dobra toplinska svojstva, ali su otrovni, pa je njihovo curenje iz rashladnih uređaja bilo uzrok mnogih nezgoda. Prethodno spomenuta dva freona se najčešće upotrebljavaju kao njihova smjesa i posjeduju izvrsna toplinska svojstva, bez boje i mirisa su i nisu otrovni.<sup>8</sup> Međutim, kasnije se istraživanjem atmosfere došlo do novih



spoznaja, tako da su danas freoni zabranjeni u brojnim zemljama, jer i u malim koncentracijama razaraju atmosferski ozonski omotač.

*Najvažniji proizvodi na temelju metana prikazani su sljedećom shemom:*



TDI – toluen-diizocijanat, MDI – difenilmetan-diizocijanat, POM – poli(oksimetilen),  
 PF – fenol-formaldehidni polimeri, UF – urea-formaldehidni polimeri,  
 MTBE – metil-*terc*-butil-eter, MMA – metil-metakrilat, DMT – dimetil-tereftalat,  
 MTG (benzin, dieselsko gorivo), MTO (olefini: C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>)

**Slika 6.** Shema najvažnijih proizvoda na temelju metana (CH<sub>4</sub>)<sup>1</sup>

### **3.2.2. Plinski kondenzat**

Kao petrokemijska sirovina koristi se i plinski kondenzat. To je smjesa ugljikovodika s pretežito pet do trideset C-atoma, a dobiva se kao popratni proizvod prirodnog plina iz plinskih ležišta. Sastav plinskog kondenzata ovisi o sastavu prirodnog plina, stupnju iskorištenja procesa, metodi i uvjetima odvajanja. Sirovi plinski kondenzat se sastoji od komponenata koje se destilacijom razdvajaju na frakcije. Prije same obrade u destilacijskoj koloni, kao i kod prerade nafte, prerada plinskog kondenzata započinje procesima kojima se uklanja vlaga, mehaničke i druge primjese. Nakon odvajanja lakih ugljikovodika, pretežito metana, postupkom koji se naziva stabilizacija, kondenzat se transportira i prerađuje atmosferskom frakcijskom destilacijom u naftnim rafinerijama ili zasebnom postrojenju. Destilacija se obavlja kontinuirano u kolonama s više plitica. Za razliku od kolona za destilaciju nafte, kod ovakvih kolona nema ispusta za frakcije lakih ugljikovodika s bliskim vrelištima, već se proizvodi odvođe samo s vrha i dna kolone. Plinski kondenzat sadrži značajno veći udio lakih frakcija od nafte i najviše se koristi kao sirovina u petrokemiji. Kao sirovina u petrokemiji koristi se i primarni benzin koji je također i vrijedno gorivo za pogon motora, ali sirovina mogu biti i ostale frakcije od propana i butana, pa sve do ulja za loženje. Sastav i svojstva frakcija podešavaju se prema zahtjevima potrošnje mijenjanjem pogonskih uvjeta kolone za destilaciju. Iz plinskog kondenzata moguće je dobiti i uže frakcije daljnjim frakcioniranjem.

#### **3.2.2.1. Upotreba plinskog kondenzata u Republici Hrvatskoj**

U Republici Hrvatskoj početkom 1981. godine na lokacijama Molve i Kalinovac, u Podravini, uočene su prve veće količine kondenzata koje su bile ekonomski i privredno zanimljive za dobivanje niza komercijalnih proizvoda u području primarne prerade nafte. Provedena su opsežna laboratorijska istraživanja koja su pokazala da se kondenzat treba smatrati posebnom sirovinom, a ne samo komponentom za primješavanje nafte.<sup>9</sup>

Kod plinskog kondenzata bitno je poznavati vrijednosne karakteristike u usporedbi s naftom. U pravilu se smatra da je sirovina bolja čim je više lakih frakcija i što je manje sumpora, jer su lake frakcije skuplje, a manjom koncentracijom sumpora manji su i troškovi rafinacije. Na temelju vrlo detaljnih fizikalnih i kemijskih analiza pokazalo se da je plinski kondenzat iz Podravine znatno vrijedniji od domaće nafte jer ima veću količinu lakih frakcija, približno

dvostruko više od detergenskih alkana, te vrlo mali udio sumpornih spojeva. Kvaliteti plinskog kondenzata s lokaliteta Molve i Kalinovac doprinose i ostale vrijednosne karakteristike kao npr. znatno viši udio n-alkana, maseni udio koksa manji od 0,05%, a asfaltena u ostatku destilacije gotovo i nema.<sup>9</sup>

### **3.2.3. Sintezni plin**

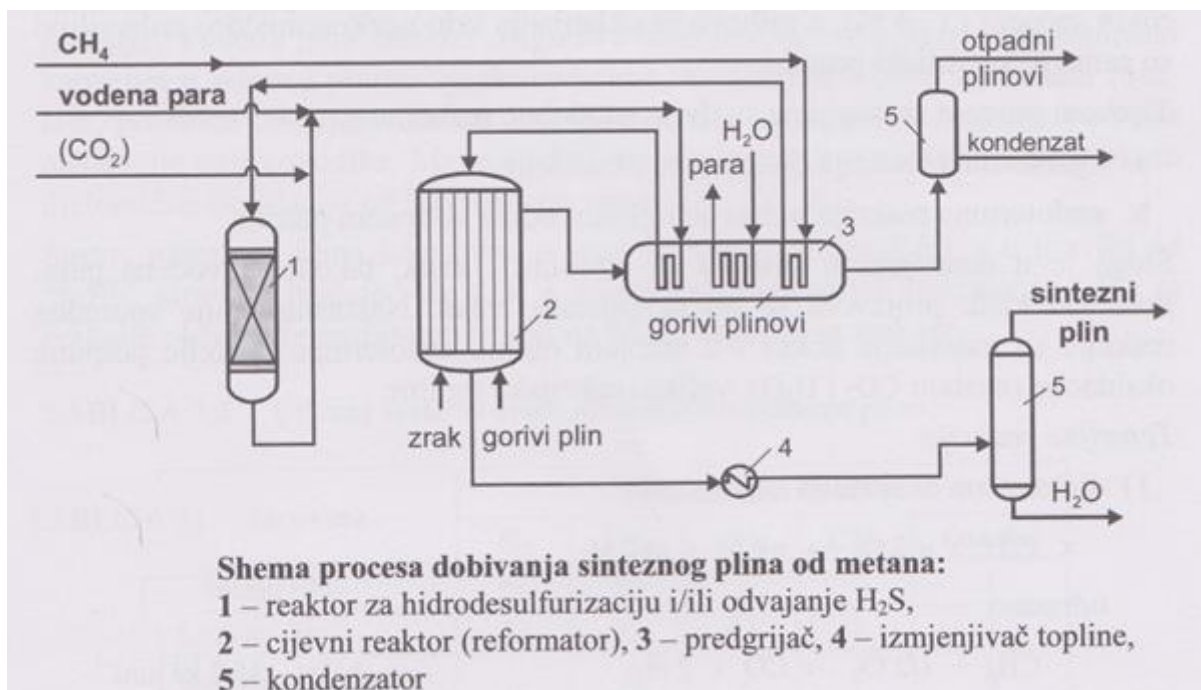
Jedna od glavnih sirovina koja se koristi u petrokemijskoj industriji, a dobiva se iz prirodnog plina je sintezni plin. Međutim potrebno je razlikovati primjenu sinteznog plina. Naime ako sintezni plin koristimo u svrhu dobivanja novih goriva onda tu upotrebu prirodnog plina smatramo energetsom jer proizvodimo novi oblik goriva, dok ukoliko sintezni plin koristimo kao sirovinu za neki od petrokemijskih proizvoda onda tu upotrebu prirodnog plina svrstavamo u neenergetsku. Sintezni plin je smjesa ugljikova monoksida i vodika u raznim omjerima, a najčešće u omjeru  $\text{CO}/\text{H}_2=1/2$ . Naziv je dobio zbog svoje primjene u raznim sintezama kemijskih proizvoda. Najviše služi za dobivanje metanola, u procesima hidroformilacije, te za dobivanje smjesa ugljikovodika i sintetičkog plina.<sup>3</sup>

Sintezni plin se može dobiti od većine ugljikovodičnih sirovina, najčešće nafte, prirodnog plina i biomase. Tri temeljna postupka dobivanja su: parno reformiranje, djelomična oksidacija i upljinjavanje ugljena. Za prirodni plin najvažnije je spomenuti postupak parnog reformiranja. Ukupni proces sastoji se od dvije cjeline, uklanjanja sumporovih spojeva iz metana i pretvorbe metana u sintezni plin.

#### **3.2.3.1. Parno reformiranje**

Sumporovi spojevi najčešće se nalaze u prirodnom plinu i predstavljaju nečistoće zbog svog djelovanja poput otrova na metalne katalizatore. Prije samog procesa parnog reformiranja potrebno ih je ukloniti, tj. svesti njihov udio na što nižu vrijednost, najčešće vrijednost  $S < 1 \text{ mg kg}^{-1}$ . Sumporovi spojevi se najčešće uklanjaju postupkom hidrodesulferizacije prirodnog plina, a  $\text{H}_2\text{S}$  koji pritom nastaje, iz ekoloških razloga, mora se prevesti u nereaktivan oblik, pa se zbog toga uvodi u reakciju sa Zn-oksidom u Zn-sulfid ili se prevodi u elementaran sumpor Clausovim postupkom.

Drugi korak parnog reformiranja je pretvorba metana. Prirodni plin se tlači na radni tlak koji može biti od 10 do 30 bara, predgrijava se u komori s izlaznim plinovima, te se uklanjaju sumporovi spojevi. Parna reformacija se provodi u cijevnim reaktorima, uz Ni kao katalizator, postiže se temperatura od oko 800°C i konverzija od oko 90%. Također postoji i izvedba procesa sa dva reaktora.



**Slika 7.** Shema procesa dobivanja sinteznog plina od metana<sup>3</sup>

### 3.2.4. Vodik i ugljikov monoksid iz prirodnog plina

Prirodni plin je, osim izravne primjene, preko sinteznog plina glavni izvor dobivanja njegovih sastojaka, odnosno ugljikova monoksida (CO) i vodika (H<sub>2</sub>). Vodik se sve češće upotrebljava u raznim kemijskim procesima, najčešće u petrokemiji. Predviđa se da će postati gorivo budućnosti. Najvažniji proces uporabe vodika je u proizvodnji amonijaka i cikloheksana. Koristi se i u procesima hidrodesulfuracije i hidrokreiranja u naftnoj preradi, te u Fischer-Tropschovoj sintezi. Kao i vodik i ugljikov monoksid se također najčešće upotrebljava u Fischer-Tropschovoj sintezi, te za proizvodnju octene kiseline.

### 3.2.5. Fischer-Tropschova sinteza

Fischer-Tropschova sinteza industrijski je postupak dobivanja smjese alifatskih ugljikovodika katalitičkom reakcijom ugljikova monoksida i vodika, odnosno sinteznog plina. Važno je napomenuti da prema samoj definiciji Fischer-Tropschova sintezna ne spada u neenergetsku potrošnju prirodnog plina jer njoma iz plina, kao sirovine, dobivamo novo gorivo, međutim često se povezuje s neenergetskom potrošnjom, pa je vrijedi i ovdje spomenuti. Ime je dobila prema njemačkom kemičaru Franzu Fischeru i češkom kemičaru Hansu Tropschu koji su otkrili taj postupak oko 1920. godine. Veću upotrebu doživljava za vrijeme II. svjetskog rata, kada je Nijemci koriste za dobivanje motornih goriva, odnosno sintetičkog benzina i dizela. Iskoristivog ovakvog procesa je od 25 do 50%.<sup>10</sup>

Fischer-Tropschovom sintezom pretežito nastaju ugljikovodici (CH), ali i njihovi oksidacijski proizvodi. Primarni proizvodi su ravnolančani ugljikovodici, a nastaje i manji udio granatih sekundarnim izomerijskim reakcijama. Smjer reakcija Fischer-Tropschove sinteze jako ovisi o katalizatoru, prirodi katalitičke površine, reakcijskoj temperaturi i sastavu reakcijske smjese. Sinteza se sastoji od dva temeljna procesa: nisko temperaturnog koji se odvija pri 200-240°C i koji se koristi pretežito za dobivanje dizelskog goriva, te visoko temperaturnog koji se odvija pri 300-350°C i kojim se dobiva benzin. Proces se najčešće provodi u reaktoru s fluidiziranim katalitičkim slojem.<sup>3</sup>

### 3.2.6. Metanol iz prirodnog plina

Metanol (CH<sub>3</sub>OH) je također jedna od najvažnijih kemijskih sirovina koja se dobiva iz prirodnog plina. Koristimo ga za velik broj proizvoda, a u manjoj količini i u energetske svrhe. Njegova proizvodnja raste iz godine u godinu. Tijekom 2007. godine u svijetu je proizvedeno  $23 \cdot 10^6$  tona metanola.<sup>3</sup> Metanol se dobivao od proizvoda suhe destilacije drveta sve do 1923. godine kada počinje proizvodnja metanola od vodenog plina, dok se danas proizvodi isključivo od sinteznog plina.

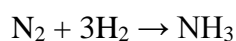
Dva su temeljna procesa sinteze metanola, visokotlačni koji je upotrebljavan pretežito do 1970. godine, te je danas istisnut zbog veće ekonomičnosti druge vrste sinteze metanola, niskotlačnih procesa. Niskotlačni procesi se provode pri nižim tlakovima i temperaturama čime se odmah smanjuju troškovi proizvodnje, posebno zbog manje potrebne energije za rad od

visokotlačnih kompresora. Najvažniji čimbenici u proizvodnji metanola su tlak, temperatura, katalitički sustav, omjer reaktanata i vrijeme zadržavanja u reakcijskom prostoru. Kod nižih temperatura proizvodnje dobiva se veća ravnotežna koncentracija metanola, ali je reakcija vrlo spora pa je potrebno vrlo dugo vrijeme zadržavanja u reakcijskom prostoru.

Jedan od indirektnih proizvoda sintetskog plina je i formaldehid (HCHO), koji se dobiva iz metanola i ima široku upotrebu, a koristi se i u petrokemijskoj industriji. Jedna od sirovina koju je vrijedno spomenuti je i octena kiselina (CH<sub>3</sub>COOH) koja se danas najčešće dobiva sintetičkim metodama, a rjeđe fermentacijom voćnog etanola.

### 3.2.7. Amonijak

Amonijak je danas osnova gotovo svih sintetičkih proizvedenih dušikovih spojeva i najviše se koristi kod proizvodnje mineralnih goriva, uree, dušične kiseline, akrilonitrila, te kod rashladnih uređaja. Najčešće se proizvodi izravnom sintezom sastavnih elemenata, odnosno Haber-Boschovom sintezom kojom reagiraju dušik i vodik pri povišenom tlaku, pri visokoj temperaturi i uz katalizator.

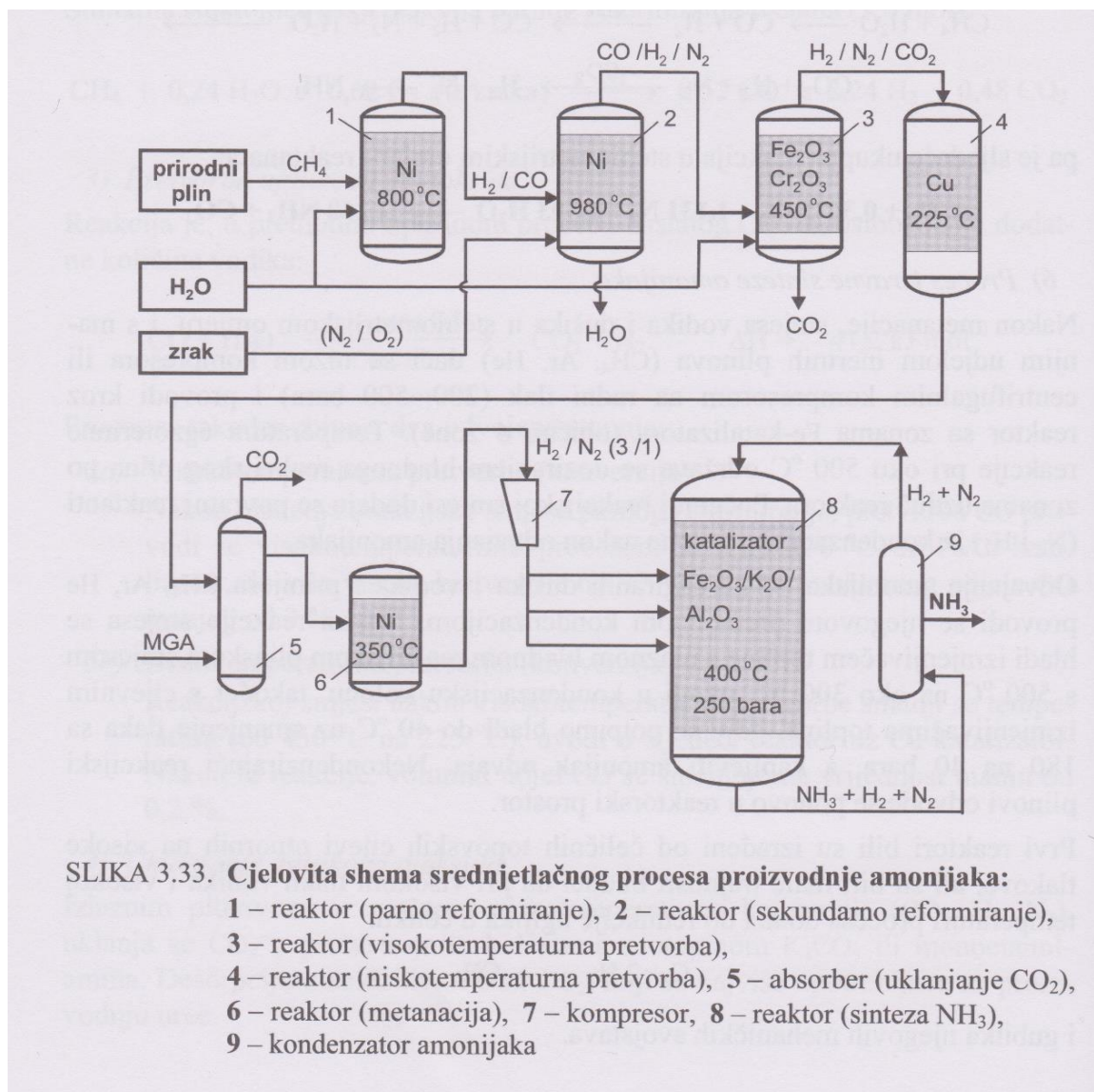


Proces proizvodnje amonijaka sastoji se od šest temeljnih koraka:<sup>3</sup>

1. odvajanje sumporovih spojeva iz prirodnog plina
2. parno reformiranje metana (dobivanje ugljika)
3. konverzija ugljikovih monoksida
4. uklanjanje ugljikovih dioksida
5. metanacija ostatnog CO i CO<sub>2</sub>
6. proces izravne sinteze amonijaka.

Proizvodnja amonijaka značajno je narasla nakon završetka II. svjetskog rata što je izravno utjecalo na povećanje proizvodnje mineralnih gnojiva, što je rezultiralo većim doprinosom poljoprivredne proizvodnje, posebice žitarica.





**Slika 8.** Cjelovita shema srednjetačnog procesa proizvodnje amonijaka<sup>3</sup>

### 3.2.7.1. Urea

Urea je jedan od glavnih produkata koji se dobiva iz prirodnog plina, odnosno najprije se iz prirodnog plina proizvodi amonijak, pa zatim iz amonijaka urea. Danas je urea po količini proizvodnje na 15. mjestu kemijskih proizvoda s oko  $20 \cdot 10^6$  tona godišnje, te je najraširenije pojedinačno dušično gnojivo u svijetu.<sup>3</sup>

Prva sinteza uree provedena je 1828. godine od strane Friedricha Wöhlera od amonijaka i izo-cijanske kiseline preko amonijeva cijanata, te to predstavlja prvu sintezu organske tvari iz anorganskih spojeva. Danas se urea isključivo proizvodi do amonijaka i ugljikova dioksida,

nekatalitičkom reakcijom u dva stupnja. Prvi stupanj je kondenzacija amonijaka i ugljikova dioksida u amonijev karbamat, te je reakcija brza i egzotermna. Drugi stupanj je vrlo spora i endotermna dehidracija amonijevog karbamata uz nastajanje uree.

#### **3.2.7.1.1. Urea u Republici Hrvatskoj**

U Republici Hrvatskoj urea se proizvodi u Petrokemiji u Kutini s kapacitetom proizvodnje od oko  $400 \cdot 10^3$  tona godišnje.<sup>11</sup> Osim uree u Petrokemiji se proizvode i mineralna gnojiva **KAN N 27**, dušično gnojivo koje sadrži pola dušika u amonijskom, a pola u nitratnom obliku i koristi se za prihranu svih poljoprivrednih kultura. **AN N 33,5**, dušično gnojivo istih je karakteristika kao i prethodno navedeno, samo što sadrži više aktivne stvari, a manje magnezij oksida. Razne vrste **NPK gnojiva** s visokom koncentracijom hraniva sadrže dušik u svim formulacijama u amonijskom obliku, vodotopiv fosfor i kalij kao kalij klorid. Od ukupno proizvedene uree 80% primjenjuje se za mineralna gnojiva, 12% za stočnu hranu, te 7% za urea-formaldehid, melamin i melaminske smole.

#### **3.2.7.2. Mineralna gnojiva na svjetskom tržištu**

Na svjetskom tržištu postoji više vrsta mineralnih gnojiva, a najzastupljenija su gnojiva NPK, urea i KAN. Proizvodnja KAN-a koncentrirana je u Europi, pri čemu se u Zapadnoj Europi proizvodi 60% svjetske proizvodnje, koja iznosi 12,9 milijuna tona godišnje. Srednja Europa proizvodi oko 22% svjetske proizvodnje, s time da trend prati povećanje proizvodnje u Srednjoj, a smanjenje u Zapadnoj Europi. Od 2005. godine zabilježen je značajan porast, od čak 59%, proizvodnje u Istočnoj Europi i Srednjoj Aziji. Zapadna Europa je najveći svjetski izvoznik gnojiva KAN. Glavni proizvođači uree su Azijske zemlje, koje su 2005. godine proizvele više od 60% svjetske proizvodnje, koja je iznosila 59,2 milijuna tona. Istočna Europa proizvela je oko 8% svjetskih količina. Najveći uvoznik uree je očekivano Zapadna Europa zbog svoje razvijene masovne i suvremene poljoprivredne proizvodnje. 2005. godine u svijetu je potrošeno 154 milijuna tona najpopularnijeg mineralnog NPK gnojiva. Najveći potrošač je Južna Azija, a od razvijenih regija Sjeverna Amerika.<sup>12</sup>



### **3.2.8. Petrokemija d.d.**

Položaj Petrokemije d.d., jedinog hrvatskog proizvođača mineralnih gnojiva, posljednjih godina financijski nije nimalo zavidan. Proizvodnja mineralnih gnojiva gotovo u cijelosti ovisi o plinu kao sirovini i energentu. Petrokemija d.d. je neko vrijeme bila zaštićena zajamčeno niskom cijenom plina, prema kojoj joj je plin prodavala domaća naftna kompanija Ina. Petrokemija je plin plaćala oko 9 centi za m<sup>3</sup>, dok je Ina isti plin ruskim proizvođačima plaćala 16 centi za m<sup>3</sup>, a građanima ga prodavala po cijeni od 30 centi za m<sup>3</sup>. No kako je došlo do privatizacije Ine, ta državna pomoć je postupno ukinuta, te poteškoću predstavlja što Petrokemija d.d. ne uspijeva prebaciti rast cijene plina na kupce svojih proizvoda. Drugi veliki problem Petrokemije d.d. predstavlja prodaja. Hrvatska troši znatno manje mineralnih gnojiva od europskog prosjeka, a prošlih godina bilježi se pad i na nacionalnoj razini. Razlozi pada potrošnje gnojiva su nestanak poljoprivrednih kombinata i usitnjavanje zemljišnjih posjeda.<sup>12</sup>

## 4. REZULTATI

### 4.1. Predviđanja o potrošnji prirodnog plina u budućnosti iz 1998. godine

**Tablica 2.** Očekivana potrošnja prirodnog plina prema sektorima do 2025. godine<sup>14</sup>

milijuna m <sup>3</sup>	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.	2020.	2025. *
UKUPNA POTROŠNJA	2 653,00	3 225,88	4 181,55	4 193,20	4 256,91	4 912,37	5 382,58
Termoelektrane + toplane	217,60	580,00	980,00	980,00	980,00	1 420,00	1 670,00
Degazolinaža	127,90	116,80	103,30	27,00	27,00	0,00	0,00
POGON	205,80	185,10	217,90	147,60	101,20	83,40	83,40
Pogon degazolinaža	33,70	36,70	32,50	8,50	8,50	0,00	0,00
Pogon eksploatacija	172,10	148,40	185,40	139,10	92,70	83,40	83,40
Neenergetska potrošnja	554,00	550,00	550,00	225,00	0,00	0,00	0,00
Gubici	33,1	96,78	125,45	125,80	127,71	147,37	161,48
FINALNA POTROŠNJA	1 229,50	1 697,20	2 204,90	2 687,80	3 021,00	3 261,60	3 467,70
Industrija	700,10	835,80	1 083,60	1 306,50	1 418,60	1 474,90	1 502,80
Poljoprivreda	15,50	20,80	28,60	36,70	45,10	52,10	60,30
Usluge	132,60	188,50	229,60	287,90	331,80	372,40	400,00
Kućanstva	381,30	652,10	863,10	1 056,70	1 225,50	1 362,20	1 504,60

Na temelju potrošnje prirodnog plina i trendovima potrošnje koji su vladali 1998. godine provedene su analize i dobila se naprijed navedena tablica koja prikazuje očekivanu potrošnju po sektorima od 1995. do 2025. godine. Prema ovim procjenama potrošnja prirodnog plina u kućanstvima bi do 2010. godine porasla na oko 25%, dok je 1995. godine ona iznosila oko 15%. Udio potrošnje plina u industriji bi trebao ostati približno isti kao i 1995. godine, a apsolutni porast bi 2010. godine iznosio bi 53%. Industrijska proizvodnja je u predratno vrijeme prepolovljena, pa se očekuje obnavljanje nekih proizvodnji na postojećim kapacitetima, kao i da će potrošnja padati zbog bolje energetske učinkovitosti procesa. Očekuje se pad potrošnje energije za grijanje zbog usavršavanja trošila, te boljih svojstava izolacijskih materijala i zgrada.<sup>14</sup>

U **neenergetskoj potrošnji**, što ustvari predstavlja upotrebu prirodnog plina za mineralna gnojiva, prema autorima ovog članka očekuje se apsolutni pad za 40%, a relativni udio (koji je 1995. godine prema autorima okarakteriziran kao nerazumno visok) pao bi na oko 5% u 2010. godini.<sup>14</sup>

## 4.2. Stvarna potrošnja prirodnog plina u Republici Hrvatskoj

Tablica 3. Prirodni plin<sup>6</sup>

		2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.
		milijuna m <sup>3</sup>		Million cubic meters			
<b>Proizvodnja</b>	<b>Production</b>	2729,4	2704,8	2727,2	2471,4	2013,1	1856,1
<b>Uvoz</b>	<b>Import</b>	1226,8	1044,2	1069,6	876,1	1357,7	1270,4
<b>Izvoz</b>	<b>Export</b>	695,9	804,9	484,1	258,6	256,8	376,1
<b>Saldo skladišta</b>	<b>Stock change</b>	-55,2	15,3	-71,2	76,1	-142,3	59,5
<b>Ukupna potrošnja</b>	<b>Energy supplied</b>	3205,1	2959,4	3241,5	3165,0	2971,7	2809,9
<b>Potrošnja za pogon</b>	<b>Energy sector own use</b>	115,3	157,8	213,0	183,6	47,3	140,5
-proizvodnja nafte i plina	-oil and gas extraction	55,3	128,9	179,5	96,6	39,4	46,5
-rafinerije	-oil refineries	54,0	18,2	16,6	70,6	4,9	85,3
-degazolinaža	-NGL plant	6,0	10,7	16,9	16,4	3,0	8,7
<b>Energet. transformacije</b>	<b>Total transformation sector</b>	1227,1	1071,8	1151,2	1212,0	1328,5	1136,1
-termoelektrane	-thermo power plants	151,3	143,7	24,0	27,0	14,0	2,7
-javne toplane	-public cogeneration plants	540,3	472,2	649,9	652,1	673,9	580,4
-javne kotlovnice	-public heating plants	75,5	74,2	86,5	76,0	76,6	85,9
-industrijske toplane	-industrial cogenerat. plants	340,6	298,5	293,5	302,5	292,9	328,2
-industrijske kotlovnice	-industrial heating plants	86,2	69,6	75,2	67,2	57,2	53,7
-rafinerije	- petroleum refineries	16,3	0,0	10,5	76,0	207,5	83,1
-gradske plinare	- gas works	0,0	3,7	5,3	3,9	2,9	2,1
-degazolinaža	-NGL-plant	16,9	9,9	6,3	7,3	3,5	0,0
<b>Neenergetska potrošnja</b>	<b>Non energy use</b>	505,8	419,6	503,9	510,3	489,6	487,5
<b>Gubici</b>	<b>Losses</b>	49,5	51,6	60,8	60,0	52,9	40,7
<b>Neposredna potrošnja</b>	<b>Final energy consumption</b>	1307,4	1258,6	1312,6	1199,1	1053,4	1005,1
<b>Industrija</b>	<b>Industry</b>	447,7	375,6	365,4	333,1	239,5	214,9
-željeza i čelika	-iron and steel	33,5	29,1	32,8	29,8	14,0	14,3
-obojenih metala	-non-ferrous metals	1,2	1,2	0,4	1,2	1,1	0,9
-stakla i nem. minerala	-non-metallic minerals	49,3	50,5	53,0	51,1	44,4	46,5
-kemijska	-chemical	67,6	77,9	74,7	55,1	10,4	9,6
-građevnog materijala	-construction materials	138,3	98,1	76,4	67,6	54,1	39,3
-papira	-pulp and paper	5,7	6,5	8,3	7,8	7,0	6,6
-prehrambena	-food production	104,4	70,2	74,2	68,1	62,4	60,3
-ostala	-not elsewhere specified	47,7	42,1	45,6	52,4	46,1	37,4
<b>Promet</b>	<b>Transport</b>	0,0	1,4	2,6	0,8	1,0	1,9
-cestovni	-road		0,3	0,7	0,2	0,2	0,2
-javni gradski	-public city		1,1	1,9	0,6	0,8	1,7
-ostali	-non-specified		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Opća potrošnja</b>	<b>Other sectors</b>	859,7	881,6	944,6	865,2	812,9	788,3
-kućanstva	-households	682,7	699,5	732,9	670,2	630,2	601,3
-usluge	-services	156,2	162,5	189,5	173,5	162,0	166,0
-poljoprivreda	-agriculture	20,8	19,6	22,2	21,5	20,7	21,0

Prema stvarnim podacima navedenim u tablici 3. u 2010. godini ukupna potrošnja prirodnog plina je iznosila 3241,5 milijuna m<sup>3</sup>, što je gotovo 950 milijuna m<sup>3</sup> manje od očekivane potrošnje za tu godinu. Također, zanimljivo je primijetiti da ukupna potrošnja prirodnog plina bilježi lagani pad u periodu od 2008. do 2013. godine, što možemo djelom pripisati i gospodarskoj krizi koja je zahvatila cijelu Europsku uniju, pa tako i Republiku Hrvatsku. Najveća greška koju možemo primijetiti kod predviđanja je drastičan pad neenergetske potrošnje prirodnog plina. Naime za 2010. godinu predviđao se pad od gotovo 50% u odnosu na 1995. godinu, odnosno neenergetska potrošnja od 225 milijuna m<sup>3</sup> prirodnog plina.<sup>14</sup> Neenergetska potrošnja prirodnog plina ne samo da se nije prepolovila, nego uopće nije pala, već se cijelo vrijeme zadržava na vrijednosti od oko 500 milijuna m<sup>3</sup>, te ja za 2010. godinu iznosila 503,9 milijuna m<sup>3</sup>.

#### **4.3. Potrošnja plina u Europskoj uniji**

Prema podacima Eurostata za 2015. godinu ukupna potrošnja prirodnog plina u zemljama Europska unije porasla je za 4,3%. Najveći porast potrošnje zabilježen je u „Slovačkoj (+21,1%), Hrvatskoj (+11,9%), Portugalu (+11,2%) i Bugarskoj (+10,4%), dok je najveći pad zabilježen u Finskoj (-11,4%), Estoniji (-10,4%), Švedskoj (-8,9%) i Luksemburgu (-8,8%). „<sup>15</sup> Ukupna potrošnja prirodnog plina za svih 28 zemalja članica Europske unije iznosila je za 2015. godinu 426,3 milijardi m<sup>3</sup>.

## 5. RASPRAVA

Oko 18% od ukupne potrošnje prirodnog plina u Republici Hrvatskoj, prema podacima Državnog zavoda za statistiku iz 2013. godine, troši se u neenergetske svrhe.<sup>17</sup> Iako industrija svakim danom napreduje, glavninu neenergetske potrošnje u Hrvatskoj i dalje predstavlja petrokemijska industrija, preciznije proizvodnja umjetnih gnojiva, pa se zbog toga često te dvije stvari poistovjećuju.

Republika Hrvatska prati trendove Europske Unije, iako se utjecaj prirodnog plina smanjuje, Europska Unija bilježi porast ukupne potrošnje. U 2015. godini uočavamo porast potrošnje prirodnog plina i u Hrvatskoj za 11,9%.<sup>15</sup> Neenergetska potrošnja prirodnog plina zadnjih nekoliko godina održava se na vrijednosti od oko 500 milijuna m<sup>3</sup>, te se taj trend predviđa i u budućnosti, uz mogućnosti manjih varijacija, ovisno o cijeni plina, potražnji za umjetnim gnojivima i ostalim ekonomskim čimbenicima. Glavninu potrošnje prirodnog plina u neenergetske svrhe predstavlja tvrtka Petrokemija d.d. iz Kutine koja je od 1968. godine vodeća u Hrvatskoj u proizvodnji čađe, amonijaka i uree koji su temeljne sirovine za mineralna goriva, kao i samih mineralnih gnojiva. Ta proizvodnja osniva se na prirodnom plinu iz Podravine.

## 6. ZAKLJUČAK

Prirodni plin koji se proizvodi iz 16 plinskih polja Panona i 9 plinskih polja Jadrana podmiruje 66,1% domaćih potreba. Više od polovice proizvodnje plina crpi se iz Jadrana, dok najveći dio plina iz Panona dolazi iz ležišta Molve i Kalinovac. Očekivano trajanje proizvodnje je oko 20 godina u Panonu, te preko 20 godina na Jadranu.<sup>1</sup>

U Republici Hrvatskoj prirodni plin je na drugom mjestu najznačajnijih primarnih izvora energije s udjelom od 25,8%. Najveća potrošnja prirodnog plina je u toplanama i termoelektranama (41,0%), distribucija kućanstvima i drugim objektima (23,1%), industriji (14,5%), za proizvodnju mineralnih gnojiva (13,0%), te ostalih petrokemijskih proizvoda (8,4%).<sup>3</sup>

Najveći udio prirodnog plina koji se koristi u neenergetske svrhe zauzima petrokemijska industrija koja koristi prirodni plin kao sirovinu za svoje proizvode. Oplemenjivanje ili prerada prirodnog plina obavlja se u procesnom postrojenju koje nazivamo degazolinaža. Prerada se sastoji u izdvajanju pojedinih ugljikovodika iz prirodnog plina koji se koriste kao sirovinama za proizvodnju finalnih proizvoda petrokemijske industrije u najvećoj mjeri umjetnih gnojiva.

Kod potrošnje plina u neenergetske svrhe u našoj zemlji (pre)velik je utjecaj petrokemije, koja svojim velikom udjelom potrošnje utječe na održivost plinskog sustava. Kutinska Petrokemija d.d., kao jedan od najvećih domaćih izvoznika, troši petinu ukupne količine plina u Hrvatskoj.<sup>17</sup> Plinski sustav bi se mogao održati i bez neenergetske potrošnje u petrokemiji, ali bi izostankom ovako velike konstantne potrošnje cijena njegova održavanja bila znatno veća. Potrošnja plina u tom sektoru ovisi o ekonomskim čimbenicima poput cijene umjetnih gnojiva na tržištu, te cijene samog plina. Proizvodnja umjetnih gnojiva gotovo u cijelosti ovisi o plinu kao sirovini i energentu (70% cijene uree), a cijena plina zadnjih nekoliko godina bilježi porast zbog povezanosti s naftom.<sup>12</sup>

## 7. LITERATURA

1. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=50450> (pristup 20. srpnja 2016.)
2. <http://plinvtc.hr/virovitica/plin/upotreba-prirodnog-plina/> (pristup 25. srpnja 2016.)
3. Janović, Z.: Naftni i petrokemijski procesi i proizvodi, Hrvatsko društvo za goriva i maziva, Zagreb, 2011., str. 190.-277.
4. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy\\_trends#Non-energy\\_consumption](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_trends#Non-energy_consumption) (pristup 22. srpnja 2016.)
5. [http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Energy\\_trends](http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Energy_trends), (pristup 21. srpnja 2016.)
6. Republika Hrvatska, Ministarstvo gospodarstva, Godišnji energetske pregled, Energija u Hrvatskoj 2013., str. 146.-147.
7. Matiša, Ž., Knjiga o nafti i plinu, Kigen d.o.o, INA d.d., Zagreb, 2007., str. 77.-81.
8. <http://www.ekologija.com.hr/freoni/> (pristup 3. kolovoza 2016.)
9. Skup autora: Prirodni plin, INA-NAFTAPLIN, Zagreb, 1989., str. 250-256.
10. <http://glossary.periodni.com/glosar.php?hr=Fischer-Tropschov%2Bpostupak> (pristup 27. srpnja 2016.)
11. <http://www.petrokemija.hr/Temeljnjedjelatnosti/Mineralnagnojiva/Proizvodi.aspx> (pristup 1. kolovoza 2016.)
12. <http://www.poslovni.hr/media/PostAttachments/104390/Budu%C4%87nost%20proizvodnje%20mineralnih%20gnojiva.pdf> (pristup 14. rujna 2016.)
13. Billege, I., Ahmetović, D., Medarac, I., Hill, Z.: Buduća potrošnja prirodnog plina u rafinerijama Hrvatske 2013.-2023., izlaganje sa znanstvenih i stručnih skupova
14. Pešut D., Mavrović S. i autori: PLINCRO – Program plinifikacije Hrvatske, prethodni rezultati i buduće aktivnosti, Energetski institut „Hrvoje Požar“, Zagreb, travanj 1998.
15. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Natural\\_gas\\_consumption\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Natural_gas_consumption_statistics) (pristup 10. kolovoza 2016.)
16. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske: Energetska statistika u 2013., Statistička izvješća, Zagreb 2014.
17. <http://www.poslovni.hr/hrvatska/industrija-pred-zidom-preskupo-placa-povlastenu-cijenu-plina-kucanstvima-258767> (pristup 12. rujna 2016.)

18. <http://www.croenergo.eu/Trziste-prirodnog-plina-u-Hrvatskoj-i-Europi-Perspektive-daljnjeg-razvoja-25448.aspx> (5. kolovoza 2016.)



## **ŽIVOTOPIS**

Rođen sam u Čakovcu 13. prosinca 1994. godine. Osnovnu školu pohađao sam u Donjem Kraljevcu, a 2009. godine upisujem smjer opće gimnazije u "Gimnaziji Josipa Slavenskog" u Čakovcu. 2013. godine upisujem studij Kemijsko inženjerstvo na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu. Tijekom studiranja volontirao sam, radio studentske poslove (izvan struke), te se u slobodno vrijeme bavio glazbom. Stručnu praksu odradio sam u poduzeću Vizor d.o.o. u Varaždinu, na odjelu koji se bavi kemijskim ispitivanjem radnog okoliša. Od stranih jezika govorim engleski i služim se njemačkim jezikom. Informatički sam pismen, te se služim programskim paketima Microsoft Office i Matlab.